

Wolfgang Hirsch, Udo Rolle, Ina Sorge,

Das FAST-Sonografie-Konzept beim stumpfen Abdominaltrauma im Kindesalter

Bauchschmerzdiagnostik im Kindes- und Jugendalter stellt ein vielschichtiges Problem dar, welches uns Kinderadiologen täglich beschäftigt. Beim akuten Bauchschmerz reicht die differenzialdiagnostische Überlegung vom banalen Infekt bis zur Tumorerkrankung, wogegen beim chronischen Bauchschmerz oftmals kein organisches Korrelat gefunden werden kann. Ein Blick in die Leitlinien der Gesellschaft für Pädiatrische Radiologie zeigt, dass die bildgebende Methode der Wahl eine Ultraschalluntersuchung des Abdomens darstellt. Meistens ist diese auch ausreichend, um die an uns gerichtete Fragestellungen zu beantworten. Bei besonderen Fragestellungen ist eine weiterführende Diagnostik erforderlich, welche dann in der Regel mittels einer magnetresonanztomographischen Untersuchung erfolgt. Im Folgenden möchte ich exemplarisch einige Krankheitsbilder besprechen, bei denen die bildgebende Diagnostik eine wichtige Rolle spielt.



■ Abb. 1 a/b : Position bei der Pelvis-Sonografie und Sonogramm dazu

Die Versorgung von traumatisierten Kindern ist von einer gut verzahnten, interdisziplinären Zusammenarbeit der Fachdisziplinen Chirurgie, Anästhesiologie und Diagnostischer Radiologie geprägt. Sie ist von einer funktionierenden Notfall-Logistik Bereich abhängig.

Dieses ist insbesondere dann wichtig, wenn es sich um politraumatisierte Kinder oder Kinder mit schwerem Abdominaltrauma

handelt. In diesen Fällen ist die Stabilisierung von Vitalfunktionen und die gleichzeitige diagnostische Abklärung (und ggf. die therapeutische Intervention) zeitlich und räumlich kaum voneinander zu trennen.

Das Abdomen des traumatisierten Kindes stellt sich den beteiligten Kollegen zunächst als eine mit verschiedenen Modalitäten zu ergründende „black box“ dar. Inspektion (Prellmarken, ausladendes Abdomen) oder Palpation sind meistens nicht zielführend diagnosterelevant und die häufig auftretende Kreislaufinstabilität kann nicht a priori einer intraabdominellen Verletzung zugeordnet werden.

Deshalb ist eine schnelle Orientierung über das Vorhandensein oder der Nachweis des Fehlens von schweren intraabdominellen Verlet-

Study	n	sensitivity (%)	specific (%)	npv (%)
Ballard et al, 1999	102	28	99	85
Boulanger et al, 1996	400	81	97	96
Chiu et al, 1997	772	71	100	98
Coley et al, 2000	107	38	97	78
Hoffmann et al, 1992	291	89	97	93
Ingeman et al, 1996	97	75	96	92
Kern et al, 1997	518	73	98	98
Liu et al, 1993	55	92	95	84
McElveen et al, 1997	82	88	98	96
McKenney et al, 1996	996	88	99	98
Rozycki, et al 1993	470	79	96	95
Rozycki, et al 1995	365	90	100	98
Shackford et al, 1999	234	69	98	92
Thomas et al, 1997	300	81	99	98
Tso et al, 1992	163	69	99	96
Wherret et al, 1996	69	85	90	93
Yeo et al, 1999	38	67	97	93
Total	6324	75	98	94

(Quelle: <http://www.trauma.org/radiology/FASThowgood.html>)

■ *Tabelle 1: Diagnosezuverlässigkeit von Ultraschall-Untersuchungen*

zungen zwingend notwendig, wenn es sich um ein hämodynamisch instabiles Kind handelt.

Dabei müssen zunächst nur zwei klinisch entscheidende Fragen geklärt werden:

1. **Ist ein relevanter intraabdomineller Blutverlust nachweisbar, der verantwortlich für eine eventuell vorhandene Schock-Symptomatik ist?**
2. **Falls ja: welches Organ kann der Ursprung dieser Blutung sein und bedarf es ggf. einer operativen Revision?**

Die Voraussetzung für eine effektive Therapieentscheidung hängt einerseits von einer hohen diagnostischen Sicherheit ab. Die bildgebende Diagnose muss aber darüber hinaus in einem extrem kurzen Zeitraum gestellt werden. Es ist bekannt, dass die frühe Mortalität vom Ausmaß der Hypotension abhängt. Bei hämodynamisch instabilen Patienten steigt die Letalität alle 3 Minuten um 1 Prozent an.

Zeitbedarf für eine Notfall-Ultraschalluntersuchung:

Eine komplette Abdominaluntersuchung mit Evaluierung aller parenchymatöser Weichteilorgane,

inklusive des Versuches, das Retroperitoneum und einige Darmstrukturen zu beurteilen, dauert nach eigenen Zeitmessungen an 27 traumatisierten Kindern im Mittel mit Vorbereitung und Befundübermittlung 17,3 Minuten und bleibt bezüglich des Retroperitoneums und der Beckenstrukturen dennoch inkomplett. Die bei unseren Kindern ermittelten Untersuchungszeiten wurden bei hämodynamisch stabilen Kindern gemessen, im Fall von hämodynamisch instabilen Kindern dürfte sich die reale Untersuchungszeit durch gegenseitige Behinderung der agierenden Ärzte nochmals deutlich erhöhen.

Wenn die Ultraschalluntersuchung aber lediglich auf die Suche nach freier intraperitonealer Flüssigkeit beschränkt wurde, so lag die Untersuchungszeit in der gleichen Patientengruppe bei durchschnittlich 2,6 Minuten. Dieses deckt sich mit Untersuchungen von Walcher et al., die für diese Ultraschall-Untersuchung im Mittel 2,8 (+/- 1,2 Minuten) bei hämodynamisch instabilen Patienten benötigten. Immerhin in 2 Prozent der Patienten war die Untersuchung nach Walcher nicht durchführbar, in 8% musste selbst die Suche nach freier Flüssigkeit abgebrochen werden.

Diagnosezuverlässigkeit von Ultraschall

Selbst die scheinbar einfache Aufgabe, freie intraperitoneale Flüssig-



■ Abb. 2 a/b: Perihepatische Region und Sonogramm dazu

keit sonographisch nachzuweisen, scheint mit mehr Fehlermöglichkeiten behaftet zu sein, als dieses der erfahrene Ultraschall-Diagnostiker wahrhaben will. Eine Metaanalyse von neueren, kontrollierten Studien zeigt, dass im Durchschnitt nur eine Sensitivität von 75% und ein negativer Vorhersagewert von 94% erreicht wurden. Der sonographische Nachweis von intraperitonealem Blut kann damit dennoch als diagnostisch relativ zuverlässig gelten, er wird insbesondere mit zunehmender Blutmenge sicherer. Demgegenüber zeigte sich aber

beim Vergleich von CT und Ultraschallbefunden in den letzten Jahren zunehmend, dass der sonographischen Detektion von Organläsionen mittels Ultraschall deutliche Grenzen gesetzt sind. Selbst erfahrene Ultraschall-Untersucher erreichten in kontrollierten Studien nur eine Detektionsrate von Organläsionen, die in einer kürzlich hochrangig publizierten Studie bei 41% sicher diagnostizierter Organläsionen bzw. bis 72% vermuteter Organ-

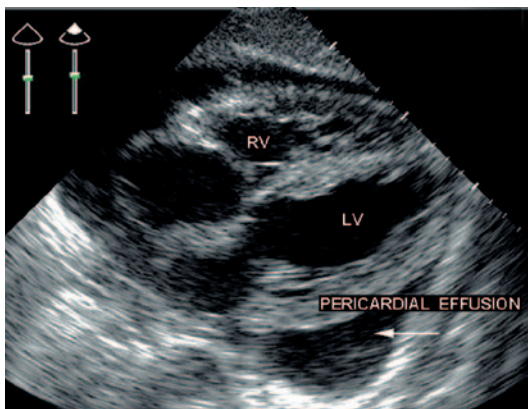
läsionen gefunden wurde (Poletti PA et al.). Die Sensitivität des Organverletzungs-Nachweises betrug auch in anderen neueren Studien nur zwischen 56% (Richards JR) bis maximal 76% (Emery KH) und steht damit im Kontrast zu den frühen Untersuchungen der 80er Jahre, in denen zunächst sonographisch erreichte Sensitivitäten bis zu 100% berichtet wurden (Wening JV).

Da relativ lange Zeit -ursprünglich insbesondere von Kinderchirurgen, aber auch von Kinderradiologen - eine vollkommen ausreichende

Beurteilung der parenchymatösen Organläsionen mit Ultraschall proklamiert- und dann später als Tatsache angenommen wurde, ergaben sich gelegentlich Fälle von schwer polytraumatisierten Kindern, bei denen eine notwendige CT-Diagnostik nicht zum Einsatz kam. Unter dem Gesichtspunkt der jetzt durch Studien belegten neuen Erkenntnissen bezüglich der Möglichkeiten und Grenzen des Ultraschalls fällt auf, dass mancherorts selbst kindertraumatologische Zentren den Zugang zum gelegentlich unverzichtbaren Computertomogramm und das entsprechende Management logistisch nicht ausreichend weiterentwickelt haben.

CT-Diagnostik beim Kind ?

Im Erwachsenenalter gilt die Computertomographie inzwischen klar als Goldstandard, da sie annähernd alle intraabdominellen Läsionen (mit Ausnahme von Darmwandläsionen) überlagerungsfrei und reproduzierbar zur Abbildung bringt. Dieses gilt umso mehr, als sich in Traumazentren die „one stop-shop“ Diagnose mit dem Mehrzeilen-Spiral-CT als Standard durchsetzt. Hierbei werden auch andere Lokalisationen (insbesondere der Schädel und Thorax) beim polytraumatisierten Patienten in kürzester Zeit untersucht und beurteilt. Soll diese Art der Diagnostik und die damit zusammenhängende Logistik nun auch identisch auf Kinder angewendet werden?



■ Abb. 3 a/b: Perisplenische Region und Sonogramm dazu

■ Abb. 4 a/b: Pericard und entsprechendes Sonogramm

Neuere Untersuchungen zur Mortalitäts-erhöhung durch die Strahlenbelastung, die bei einer einzelnen abdominellen CT-Untersuchung bis zu 0,18% betragen sollen (Brenner et al:2001), zwingen dazu, dieses langfristige Strahlenrisiko dem akuten Letalitätsrisiko durch eine verzögerte Trauma-Diagnostik gegenüberzustellen. Dieser Vergleich fällt beim traumatisierten Kind eindeutig zugunsten der diagnostisch sicheren und schnelleren CT-Diagnostik aus, da (beim hämodynamisch instabilen Kind) von einer Letalitäts-erhöhung von jeweils 1%

pro drei Minuten Hypotensionszeit ausgegangen wird.

Der entscheidende Vorteil der Computertomographie ist (neben der Zeitersparnis) die Möglichkeit, durch eine intravenöse Kontrastmittelapplikation alle parenchymatösen Organe zu kontrastieren, und dadurch nicht kontrastierenden Organläsionen (Blutungen/Rupturen) leichter zu erkennen als ohne Kontrastmittel (Demarkation durch fehlendes Kontrastmittelenhancement im Blutungs- oder Rupturbereich). Ohne eine Kontrastmittel-

gabe liegt die Detektionsrate von Organläsionen mit der CT dagegen nur in der Größenordnung des unzureichenden Ultraschall-Nachweises. Leider hat auch die Einführung von Ultraschallkontrastverstärkern die Detektionsrate von Organläsionen durch die Sonographie bisher nicht erhöht, zudem sind die bisherigen Ultraschallkontrastverstärker im Kindesalter noch nicht zugelassen.

Praktisches Management der Bildgebung

Gerade im Bereich der Bildgebung des kindlichen stumpfen Abdomi-

naltraumas vollzieht sich daher in den letzten 5 Jahren ein Paradigmen-Wechsel. Die CT wird einerseits wieder integraler Bestandteil der Bildgebung beim stumpfen Abdominaltrauma, allerdings nicht wie im Erwachsenenalter als Normalfall, sondern in ausgewählten Fällen. Eine sehr praktikable Vorgabe für die integrierte Bildgebung des stumpfen Abdominaltraumas wurde andererseits in der internationalen FAST- Konsensus-Konferenz 1999 festgelegt und veröffentlicht. (Scalea TM et al). Dabei spielt der Ultraschall als Prediktor für das weitere Vorgehen die entscheidende Rolle.

FAST steht als Akronym für Focused Assessment with Sonography for Trauma. Kernaussage des als Leitlinie gedachten Consensus ist es, sich lediglich auf die sonographische Detektion von relevanten Mengen freier Flüssigkeit zu konzentrieren, und den ohnehin unsicheren sonographischen Nachweis von Organläsionen nicht in die Primärdiagnostik aufzunehmen.

Es werden insgesamt 4 Regionen sonographisch auf das Vorhandensein (oder das Fehlen) von freier Flüssigkeit untersucht, wobei die 4 P des angloamerikanischen Sprachraumes eine gute Merkhilfe bedeuten: Der Blick Nummer zwei und drei (perihepatisch und perisplenisches) ermöglicht neben dem intraperitonealen Flüssigkeitsnachweis

auch eine Orientierung darüber, ob supradiaphragmal Flüssigkeit (und damit Einblutungen im Pleura-raum) vorliegen. Der Blick Nummer 4 zum Pericard erlaubt die rasche Diagnose eines potentiell kritischen Pericardergusses und ist innerhalb der angestrebten Untersuchungs-Zeitgrenze von 3 Minuten zusätzlich fast „zeitneutral“ realisierbar. Es wird davon ausgegangen, dass dieses einfache Ultraschall-Untersuchungsschema auch vom sonographisch wenig geübten Untersucher realisierbar ist und nach insgesamt 25 positiven Untersuchungen gilt ein Untersucher als ausreichend für die FAST-Diagnostik geschult.

Beim Ausschluss von Flüssigkeit in diesen vier Positionen ist das Vorliegen einer schockverursachenden, relevanten intraabdominellen Massenblutung nicht wahrscheinlich. Das weitere Procedere geschieht nun in Abhängigkeit davon, ob das Kind hämodynamisch stabil oder instabil ist:

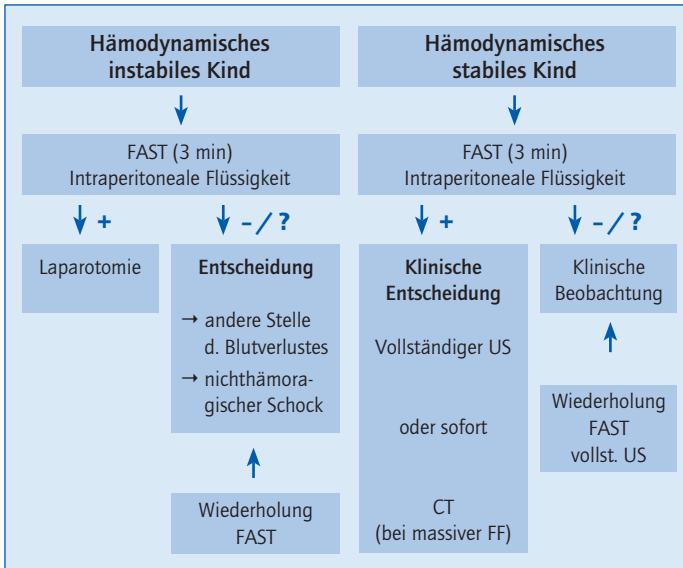
1. Sollten Flüssigkeitsmengen sonographisch nachgewiesen werden, und das Kind ist hämodynamisch instabil, so ist die sofortige Laparotomie indiziert, auch wenn die genaue intraabdominelle Blutungsursache zuvor aus nicht verifiziert wurde (bewusster Verzicht auf eine ohnehin unsichere Diagnose).
2. Beim hämodynamisch stabilen Kind sollte sich bei einem re-

levanten Flüssigkeitsnachweis dagegen die Computertomographie anschließen, um das genaue Ausmaß der Organläsion und das Verletzungsmusters zu erfassen, um dann gegebenenfalls bei klinischer Verschlechterung gezielt handeln zu können.

3. Keine CT-Untersuchung ist dagegen notwendig, wenn sonographisch keine freie Flüssigkeit nachgewiesen wird. Bei diesen Patienten kann ggf. in einer zweiten Untersuchung gezielt nach Organläsionen gesucht werden. Aber weder der Nachweis einer intraparenchymalen Organeinblutung, noch der Nachweis einer subkapsulär verbliebenen Blutung hat nach heutigem Therapiekonzept eine operative Konsequenz, so dass eine möglicherweise mit Ultraschall diesbezüglich zunächst verpasste Diagnose für das Kind von untergeordneter Bedeutung wäre.

Zusammenfassung:

Mit Hilfe des FAST-Ultraschall-Algorithmus und der darauf aufbauenden gezielt eingesetzten bildgebenden Diagnostik werden die relevanten Organverletzungen nach gegenwärtigem Kenntnisstand ausreichend sicher erfasst, ohne den Kindern eine übermäßige Strahlenbelastung durch unkritischen CT-Einsatz zuzumuten. Insgesamt jedoch erfährt die CT-Diagnostik



■ Abb. 5: Flow-Schema zur bildgebenden Abklärung des stumpfen Abdominaltraumas nach dem FAST-Konzept

beim abdominalen Trauma eine begrenzte Renaissance auch im Kindesalter. Sie ist zwar nur sehr selten notwendig, muss aber –trotz guter Ultraschalldiagnostik – für das abdominal verletzte Kind als integraler Bestandteil der Notfallbildgebung jederzeit mit kurzen Reaktionszeiten verfügbar sein.

Anhang:

Organ Injury scale (OIS) für die abdominalen Organe: Die Klassifikation der Verletzung erfolgt anhand der Bildgebung, in der Regel durch die CT-Untersuchung, da ausschließliche Ultraschallbefunde häufig zu niedrigere Grade der Organverletzung annehmen lassen. Die vollständige OIS zur einheitlichen Klassifikation finden Sie unter www.trauma.org/scores/ois.html unter dem Punkt Scoring systems.

Literatur:

- **Poletti PA, Kinkel K, Vermeulen B, Irmay F, Unger PF, Terrier F.** Blunt abdominal trauma: should US be used to detect both free fluid and organ injuries? *Radiology*. 2003 Apr; 227(1):95-103. Epub 2003 Feb 28.
- **Mizzi A, Shabani A, Watt A.** The role of follow-up imaging in paediatric blunt abdominal trauma. *Clin. Radiol*. 2002 Oct;57(10): 908-12.
- **Kirkpatrick AW, Simons RK, Brown R, Nicolaou S, Dulchavsky** The hand-held FAST: experience with hand-held trauma sonography in a level-I urban trauma center. *Injury*. 2002 May; 33(4): 303-8
- **Poletti PA, Wintermark M, Schnyder P, Becker CD.** Traumatic injuries: role of imaging in the management of the polytrauma victim (conservative expectation). *Eur Radiol*. 2002 May;12(5):969-78.

- **Richards JR, Knopf NA, Wang L, McGahan JP.**

Blunt abdominal trauma in children: evaluation with emergency US. *Radiology*. 2002 Mar; 222(3): 749-54

- **Emery KH, McAnaney CM, Racadio JM, Johnson ND, Evora DK, Garcia VF.**

Absent peritoneal fluid on screening trauma ultrasonography in children: a prospective comparison with computed tomography. *J Pediatr Surg*. 2001 Apr; 36(4):565-9.

- **Wening JV.**

Evaluation of ultrasound, lavage, and computed tomography in blunt abdominal trauma. *Surg Endosc*. 1989;3(3):152-8.

- **Brenner et al.**

Risk of induced fetal cancer from pediatric CT. *AJR* 178, 289-296 (2001)

- **Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC et al.** FAST Consensus Conference Committee. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): Results from an International Consensus Conference. *J Trauma* 1999; 46:466-472

- ▶ Prof. Dr. med. Wolfgang Hirsch
OÄ Dr. med. Ina Sorge
Klinik für Diagnostische Radiologie der Universität Leipzig
Abt. Pädiatrische Radiologie
Oststraße 21 - 25
D-04317 LEIPZIG
- ▶ OA PD Dr. med. Udo Rolle
Klinik für Kinderchirurgie
Universität Leipzig
Oststraße 21 - 25
D-04317 LEIPZIG